

JP11337745

Publication Title:

APPARATUS FOR PRODUCTION OF PLASTIC OPTICAL FIBER AND ITS PRODUCTION

Abstract:

Abstract of JP11337745

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to produce a plastic optical fiber which is smaller in outside diameter fluctuation by providing the lower side of a heating and melting furnace with a constant temp. maintaining means for heating and controlling a plastic optical fiber so as to maintain the fiber at the specified temp. lower by a specific temp. or above than the glass transition point of the material forming the fiber. **SOLUTION:** A constant temp. heating section 20 comprises a cylindrical sub-furnace core tube 24 which is arranged to cover the drawing out route of the plastic optical fiber F drawn out downward from the heating and melting furnace 2 over a prescribed length L right below the heating and melting furnace 2, a sub-heater 26 which is disposed on the outer circumference thereof and a thermally insulating wall 28 which is disposed to enclose the outer circumference thereof. The sub-heater 26 is so controlled by a heating control means as to maintain the plastic optical fiber F drawn out of the heating and melting furnace 2 at the specified temp. lower by ≥ 50 deg.C, more preferably ≥ 60 deg.C than the glass transition point of the material forming the plastic optical fiber. Then, the plastic optical fiber F is eventually cooled successively at a prescribed temp. pattern change.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

This Patent PDF Generated by Patent Fetcher(TM), a service of Stroke of Color, Inc.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-337745

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 2 B 6/00

識別記号
3 6 6

F I
G 0 2 B 6/00

3 6 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-139884

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月21日

(71) 出願人 000183406

住友電装株式会社

三重県四日市市西末広町1番14号

(72) 発明者 中村 哲也

三重県四日市市西末広町1番14号 住友電

装株式会社内

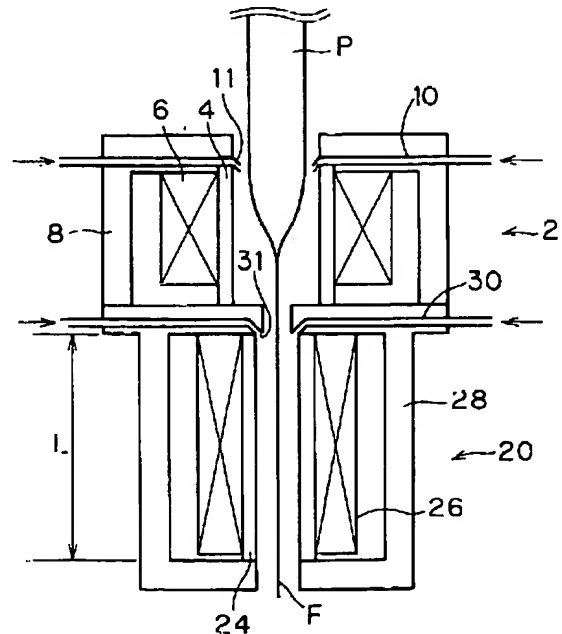
(74) 代理人 弁理士 吉田 茂明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 プラスチック光ファイバの製造装置及び製造方法

(57) 【要約】

【課題】 より外径変動の小さなプラスチック光ファイバを製造することが可能なプラスチック光ファイバの製造装置及び製造方法を提供すること。

【解決手段】 プラスチックで形成されたプリフォーム P を加熱溶融させ繊維状に引き伸ばすための加熱溶融炉 2 の下方に、そのプラスチック光ファイバ F を形成する材料のガラス転移点よりも 50℃以上低い一定温度となるように加熱制御された定温加熱部 20 を設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラスチックで形成されたプリフォームを加熱溶融炉内に導入して、加熱溶融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造装置であって、前記加熱溶融炉の下方に、前記プラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも50℃以上低い一定温度となるように加熱制御された定温維持手段を設け、

前記加熱溶融炉から繊維状に引出されたプラスチック光ファイバを前記定温維持手段に通して冷却するようにしたプラスチック光ファイバの製造装置。

【請求項2】 プラスチックで形成されたプリフォームを加熱溶融炉内に導入して、加熱溶融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造装置であって、前記加熱溶融炉の下方に、その加熱溶融炉からのプラスチック光ファイバの引出方向に沿って複数の定温維持手段を設け、

それら各定温維持手段がプラスチック光ファイバの引出方向の下流側に向かうに従って前記加熱溶融炉の加熱温度よりも順次低くなる一定温度となるように加熱制御されるとともに、それらのうちの最も下流側の定温維持手段が前記プラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも50℃以上低い一定温度となるように加熱制御され、前記加熱溶融炉から繊維状に引出されたプラスチック光ファイバを前記複数の定温維持手段に順次通して冷却するようにしたプラスチック光ファイバの製造装置。

【請求項3】 プラスチックで形成されたプリフォームを加熱溶融炉内に導入して、加熱溶融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造装置であって、前記加熱溶融炉の下方に、外部雰囲気温度よりも低い一定温度となるように冷却制御された冷却器を設け、前記加熱溶融炉から繊維状に引出されたプラスチック光ファイバを前記冷却器に通して冷却するようにしたプラスチック光ファイバの製造装置。

【請求項4】 プラスチックで形成されたプリフォームを加熱溶融炉内に導入して、加熱溶融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造装置であって、前記加熱溶融炉から引出されたプラスチック光ファイバの引出経路のうちの前記加熱溶融炉よりも下方側の経路部分を断熱性の容器により覆うことにより冷却室を形成し、その冷却室内に前記プラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも50℃以上低い一定温度となるように調温された冷却気体を循環させる循環手段を設け、前記加熱溶融炉から引出された繊維状のプラスチック光ファイバを前記冷却室に通して冷却するようにしたプラスチック光ファイバの製造装置。

【請求項5】 プラスチックで形成されたプリフォームを加熱溶融炉内に導入して、加熱溶融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造方法であって、

前記加熱溶融炉から引出されたプラスチック光ファイバを、順次そのプラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも50℃以上低い一定温度となるように調温された雰囲気内に通すことによって、そのプラスチック光ファイバを冷却するようにしたプラスチック光ファイバの製造方法。

【請求項6】 プラスチックで形成されたプリフォームを加熱溶融炉内に導入して、加熱溶融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造方法であって、前記加熱溶融炉から引出されたプラスチック光ファイバを、順次外部雰囲気温度よりも低い一定温度となるように調温された雰囲気内に通すことによって、そのプラスチック光ファイバを冷却するようにしたプラスチック光ファイバの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、プリフォームからの線引きによりプラスチック光ファイバを製造するプラスチック光ファイバの製造装置及び製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】プラスチック光ファイバの製造装置の一つとして、例えば、特開平7-234324号公報や特開平7-234325号公報に開示の如く、線引きによる方法を用いたものがある。

【0003】このプラスチック光ファイバ製造装置は、図6に示すように、炉心管201の外周囲に加熱溶融ヒータ202を配設するとともにそのさらに外周囲を断熱壁203で囲うことにより形成した加熱溶融炉204を備える。この加熱溶融炉204内にはガス供給管205を介して窒素ガスや希ガス等の不活性ガスが送り込まれる。

【0004】そして、プラスチックにより形成されたプリフォームPを加熱溶融炉204内に一定速度で導入してこれを加熱溶融させ、そのプリフォームPから繊維状にプラスチック光ファイバFを線引きして加熱溶融炉204の下方へ引出す構成となっている。なお、このようにプラスチック光ファイバFを線引きする際、その形成材料であるポリマがそのファイバ軸方向に沿って配向される。

【0005】ところで、上述のような製造装置においては、一般的には、引出されるプラスチック光ファイバFの半径(r)は、加熱溶融炉204へのプリフォームPの導入速度(V)とプリフォームPの半径(R)とプラスチック光ファイバFの引出速度(v)との間に、下記式、

$$2r = 2R (V/v)^{1/2}$$

によって示される関係がある。

【0006】このため、一般的には、製造したいプラスチック光ファイバFの半径(r)に応じてプラスチック

光ファイバFの引出速度(v)等の製造条件を決定している。

【0007】しかしながら、上記式に従って、プラスチック光ファイバFの引出速度(v)等の製造条件を決定しても、製造されたプラスチック光ファイバFには外径変動が生じる。

【0008】これは、プラスチック光ファイバFの半径(r)は熔融ヒータ202の温度によっても左右されること、即ち、プリフォームPの加熱温度が一定でなければ、プラスチック光ファイバFに外径変動を生じることが主要因と考えられる。

【0009】例えば、熔融ヒータ202の温度を $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ で制御するとともに、直径 $750\mu\text{m}$ のプラスチック光ファイバFとなるように引出速度(v)等の諸製造条件を設定して、その製造を行ったところ $\pm 80\mu\text{m}$ の外径変動が生じた。また、熔融ヒータ202の温度の制御を $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ の精度で行ったところ、 $\pm 50\mu\text{m}$ の外径変動となった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ところで、プラスチック光ファイバF同士の結合やそのプラスチック光ファイバFをフェルールに挿入する際を考慮すると、プラスチック光ファイバFの外径変動はなるべく小さいことが好ましい。

【0011】例えば、JISのC6837規格では、全プラスチックマルチモード光ファイバ素線において $\pm 6\%$ 以下の外径変動となるように要求されている。つまり、プラスチック光ファイバFの直径が $750\mu\text{m}$ であれば $\pm 45\mu\text{m}$ 以下の外径変動が要求されており、直径が $500\mu\text{m}$ であれば $\pm 30\mu\text{m}$ 以下の外径変動となるように要求されている。

【0012】しかしながら、熔融ヒータ202の温度制御の精度を向上させるだけでは、外径変動を十分に小さく抑えることはできない。

【0013】そこで、熔融ヒータ202の加熱温度の他に、プラスチック光ファイバFの外径変動に影響を与える要因を解明すると、加熱熔融炉204から引出したプラスチック光ファイバFの冷却工程にもその外径変動の要因が存在することがわかった。

【0014】これは、例えば、図6の製造装置において、長さ 200mm の加熱熔融炉204から引出した直後のプラスチック光ファイバFはおよそ 72°C の温度を有しており、このような温度のプラスチック光ファイバFであればその粘弾性により外径変動を生ずるような変形をするからであると考えられる。

【0015】そこで、この発明は上述したような問題を解決すべくなされたもので、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバを製造することが可能なプラスチック光ファイバの製造装置及び製造方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、この発明の請求項1記載のプラスチック光ファイバの製造装置は、プラスチックで形成されたプリフォームを加熱熔融炉内に導入して、加熱熔融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造装置であって、前記加熱熔融炉の下方に、前記プラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも 50°C 以上低い一定温度となるように加熱制御された定温維持手段を設け、前記加熱熔融炉から繊維状に引出されたプラスチック光ファイバを前記定温維持手段に通して冷却するようにしている。

【0017】また、請求項2記載のプラスチック光ファイバの製造装置は、プラスチックで形成されたプリフォームを加熱熔融炉内に導入して、加熱熔融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造装置であって、前記加熱熔融炉の下方に、その加熱熔融炉からのプラスチック光ファイバの引出方向に沿って複数の定温維持手段を設け、それら各定温維持手段がプラスチック光ファイバの引出方向の下流側に向かうに従って前記加熱熔融炉の加熱温度よりも順次低くなる一定温度となるように加熱制御されるとともに、それらのうちの最も下流側の定温維持手段が前記プラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも 50°C 以上低い一定温度となるように加熱制御され、前記加熱熔融炉から繊維状に引出されたプラスチック光ファイバを前記複数の定温維持手段に順次通して冷却するようにしている。

【0018】さらに、この発明の請求項3記載のプラスチック光ファイバの製造装置は、プラスチックで形成されたプリフォームを加熱熔融炉内に導入して、加熱熔融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造装置であって、前記加熱熔融炉の下方に、外部雰囲気温度よりも低い一定温度となるように冷却制御された冷却器を設け、前記加熱熔融炉から繊維状に引出されたプラスチック光ファイバを前記冷却器に通して冷却するようにしている。

【0019】なお、この発明の請求項4記載のプラスチック光ファイバの製造装置は、プラスチックで形成されたプリフォームを加熱熔融炉内に導入して、加熱熔融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造装置であって、前記加熱熔融炉から引出されたプラスチック光ファイバの引出経路のうちの前記加熱熔融炉よりも下方側の経路部分を断熱性の容体により覆うことにより冷却室を形成し、その冷却室内に前記プラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも 50°C 以上低い一定温度となるように調温された冷却気体を循環させる循環手段を設け、前記加熱熔融炉から引出された繊維状のプラスチック光ファイバを前記冷却室に通して冷却するようにしている。

【0020】また、この発明の請求項5記載のプラステ

ック光ファイバの製造装置は、プラスチックで形成されたプリフォームを加熱溶融炉内に導入して、加熱溶融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造方法であって、前記加熱溶融炉から引出されたプラスチック光ファイバを、順次そのプラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも 50°C 以上低い一定温度となるように調温された雰囲気内に通すことによって、そのプラスチック光ファイバを冷却するようにしている。

【0021】さらに、この発明の請求項6記載のプラスチック光ファイバの製造装置は、プラスチックで形成されたプリフォームを加熱溶融炉内に導入して、加熱溶融させ、繊維状に引き伸ばすプラスチック光ファイバの製造方法であって、前記加熱溶融炉から引出されたプラスチック光ファイバを、順次外部雰囲気温度よりも低い一定温度となるように調温された雰囲気内に通すことによって、そのプラスチック光ファイバを冷却するようにしている。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、この発明にかかる第1実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置について説明する。

【0023】この製造装置は、図1に示すように、プリフォームPを加熱溶融させて繊維状に線引きするための加熱溶融炉2と、その加熱溶融炉2の下方に設けられた定温維持手段としての定温加熱部20とを備える。ここで、プリフォームPは、その中心軸から外周側に向かって順次屈折率が低くなる屈折率分布を有する棒状の形状に仕上げられており、このプリフォームPを加熱溶融炉2内に一定速度で導入して加熱溶融させ、これを線引きして下方へ引き伸ばすことにより、GI型のプラスチック光ファイバFが形成されることになる。

【0024】なお、プラスチック光ファイバFを引出す線引張力は、プラスチック光ファイバFの材料や外径等に依存するが、材料がポリメチルメタクリレート(PMMA)で直径 $750\mu\text{m}$ に線引きする場合には、およそ 50g にするとよい。

【0025】加熱溶融炉2は、筒状の炉心管4の外周囲に加熱ヒータ6を配設するとともに、その加熱ヒータ6の外周囲を断熱壁8で囲うことにより構成される。

【0026】上記加熱ヒータ6は、プリフォームPを加熱溶融可能な一定温度、即ち、プリフォームPを形成する材料のガラス転移点よりも高い一定温度となるように周知の加熱制御手段によって制御される。例えば、GI型のプラスチック光ファイバFをPMMAにより形成する場合には、そのPMMAのガラス転移点 T_g である $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ よりも高い一定温度となるように加熱制御される。

【0027】この際、加熱ヒータ6の加熱制御は、プリフォームPの加熱溶融温度をより一定に維持するため

に、ON-OFF制御ではなく、サイリスタ方式を用いた制御等を行うのが望ましい。また、炉心管4内の温度を制御目的値として制御を行うのではタイムラグにより正確な制御を行うことができないため、加熱ヒータ6自体の温度を制御目的値として制御するのが望ましい。

【0028】また、定温加熱部20は、加熱溶融炉2から下方へ引出されたプラスチック光ファイバFの引出経路を加熱溶融炉2の直下で所定長さLに亘って覆うように配置された筒状の副炉心管24と、この副炉心管24の外周囲に配設された副加熱ヒータ26と、その副加熱ヒータ26の外周囲を囲うように配設された断熱壁28により構成される。

【0029】上記副加熱ヒータ26は、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFを形成する材料のガラス転移点 T_g よりも 50°C 以上低い、より好ましくは 60°C 以上低い一定温度 T_A になるように周知の加熱制御手段によって制御される。

【0030】例えば、GI型のプラスチック光ファイバFをPMMAにより形成する場合には、そのPMMAのガラス転移点 T_g である $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ よりも 50°C 以上低い一定温度、例えば一定温度 $T_A=50^{\circ}\text{C}$ となるように制御される。また、SI型のプラスチック光ファイバFを製造する際には、そのクラッドを形成する材料のガラス転移点 T_g を基準として加熱温度を設定するとよい。

【0031】また、この際、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFがより所定の温度パターン変化で冷却されるようにするためには、上記と同様の理由により、サイリスタ方式により制御等を行うのが望ましく、また加熱ヒータ26自体の温度を制御目的値として制御するのが望ましい。

【0032】さらに、この定温加熱部20がプラスチック光ファイバFの引出経路を覆う所要長さLは、この定温加熱部20内を通して引出されたプラスチック光ファイバFがその形成材料のガラス転移点 T_g よりも十分に低い温度、即ち、前記温度 T_A 近くまで冷却されるような長さに設定してある。

【0033】また、上記炉心管4及び副炉心管24のそれぞれの上部にはそれぞれの周方向に沿って均等間隔で複数のガス供給管10、30が設けられるとともに、各ガス供給管10、30の先端部のノズル部11、31が各炉心管4、24の内部を向く姿勢で取付けられている。そして、これらのガス供給管10、30を介して炉心管4、24内にそれぞれ媒体ガスを導入することにより、各炉心管4、24内の温度の安定化が図られる。この媒体ガスとしては、プラスチック光ファイバFと化学反応を生じないものであればなんでもよく、例えば、窒素ガスや希ガス(アルゴンガス、ヘリウムガス等)等を用いることができる。

【0034】また、上記ガス供給管10、30からのガ

ス流入量は、レギュレータにより一定となるように制御されている。このガス流入量は、炉心管4, 24の容量等によって決定するが、例えば、内径30mmの炉心管4に対しては3~20l/min程度である。また、このように媒体ガスを流す目的は炉心管4, 24内に外気が流入してその内部の温度が変化することを防止する点にあるので、炉心管4, 24内部で乱流となってしまうほどの大流量及び噴射圧とすることは望ましくなく、その内部で層流となるようにするのがよい。

【0035】このように構成された製造装置によるプラスチック光ファイバFの製造方法を説明すると、まず、加熱溶融炉2内にプリフォームPを一定速度で導入し加熱溶融して、繊維状に線引きし、線引きされたプラスチック光ファイバFを加熱溶融炉2下方に引出す。次に、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFを、定温加熱部20の副炉心管24内を通して下方へ引出す。この際、加熱溶融炉2から引出された直後のプラスチック光ファイバFは、その形成材料のガラス転移点 T_g 近い温度、即ち、定温加熱部20の加熱温度 T_A よりも高い温度を有しているため、定温加熱部20内を通る際に順次所定の温度パターン変化で冷却される。そして、定温加熱部20の温度 T_A 近く、即ち、前記ガラス転移点 T_g よりも十分に低い温度になるまで冷却されたプラスチック光ファイバFが定温加熱部20から引出され、その後、図示省略の巻取装置に巻取収容されることになる。

【0036】以上のように構成されたプラスチック光ファイバFの製造装置によると、プラスチック光ファイバFの引出方向に沿って加熱溶融炉2の下方側に、そのプラスチック光ファイバFを形成する材料のガラス転移点 T_g よりも50℃以上低い一定温度に加熱された定温加熱部20を設けているため、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFはこの定温加熱部20で順次所定の温度パターン変化で冷却されることになる（即ち、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFが外部の雰囲気温度等の冷却条件の変動によって左右されることなく、同じ雰囲気温度の一定条件で順次冷却されることになる）。従って、加熱溶融炉2から引出された直後の粘弾性に富んでいるプラスチック光ファイバFがその後所定の温度パターン変化で冷却されることになり、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバFを製造することが可能となる。

【0037】なお、実施例1として、実際に以下のように構成されたプラスチック光ファイバFの製造装置によりプラスチック光ファイバFの製造を行った。

【0038】まず、加熱溶融炉2の加熱ヒータ6は±0.2℃の範囲内で加熱制御を行い、定温加熱部20の副加熱ヒータ26はPMMAの転移点 T_g である100~110℃よりも60~70℃低い $T_A=40℃$ の一定温度に加熱した。また、プラスチック光ファイバFの引

出経路を長さ $L=1000\text{mm}$ に亘って定温加熱部20により覆った。なお、ガス供給管10, 30からの媒体ガスの流量は3l/minである。

【0039】そして、PMMAにより形成された直径20mmのプリフォームPを線速10m/minで線引きし、直径750 μm のGI型のプラスチック光ファイバFを製造した。

【0040】この場合、定温加熱部20から引出された直後のプラスチック光ファイバFの温度は、43℃となっており、これより下流ではプラスチック光ファイバFがその粘弾性により変形し難い温度にまで冷却されていた。なお、この温度43℃は、図6に示す従来例において加熱溶融炉204から引出された直後のプラスチック光ファイバFの温度72℃よりも十分に低い温度である。また、このように製造されたプラスチック光ファイバFの外径変動は±18 μm となっており、図6に示す従来の製造装置により製造した場合の外径変動±50 μm と比べても外径変動は小さくなっていることがわかる。

【0041】次にこの発明にかかる第2実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置について、図2を参照して説明する。

【0042】なお、この製造装置の加熱溶融炉2は、第1実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置における加熱溶融炉2と同様構成であるので、同一構成部分には同一符号を付してその説明は省略する。

【0043】この製造装置では、加熱溶融炉2の下方側に、プラスチック光ファイバFの引出方向に沿って、それぞれ定温維持手段として第1の定温加熱部40及び第2の定温加熱部60が順次備えられた構成となっている。

【0044】上記各第1の定温加熱部40及び第2の定温加熱部60は、それぞれ第1実施形態の定温加熱部20と同様に、加熱溶融炉2から下方へ引出されたプラスチック光ファイバFの引出経路を順次所定長 L_1 , L_2 に亘って覆うように配置された筒状の第1の副炉心管44及び第2の副炉心管64を備えており、それら第1の副炉心管44及び第2の副炉心管64のそれぞれの外周囲に第1の副加熱ヒータ46及び第2の副加熱ヒータ66が配設されるとともに、それぞれの第1の副加熱ヒータ46及び第2の副加熱ヒータ66の外周囲を第1の断熱壁48及び第2の断熱壁68で囲うことにより構成される。

【0045】また、それぞれの第1の定温加熱部40及び第2の定温加熱部60には、第1実施形態のガス供給管30と同様構成のガス供給管60, 80が設けられており、それぞれの第1の副炉心管44及び第2の副炉心管64の内部に媒体ガスを流入させることが可能なように構成されている。

【0046】そして、上記第2の副加熱ヒータ66が、

プラスチック光ファイバFを形成する材料のガラス転移点 T_g よりも 50°C 以上低い、より好ましくは 60°C 以上低い一定温度 T_A になるように周知の加熱制御手段によって制御される。

【0047】また、第1の副加熱ヒータ46は、加熱ヒータ6の加熱温度よりも低い温度であって第2の副加熱ヒータ66の加熱温度 T_A よりも高い一定温度 T_B となるように加熱制御してある。

【0048】即ち、プラスチック光ファイバFの引出方向の下流側に向かうに従って順次低くなる一定温度 T_A 、 T_B となるように、第1の副加熱ヒータ46及び第2の副加熱ヒータ66が加熱制御された構成となっている。

【0049】このプラスチック光ファイバの製造装置では、加熱溶融炉2から引出された直後の高温のプラスチック光ファイバFは、まず、第1の定温加熱部40の第1の副炉心管44内を通り、これによりその加熱温度 T_B 近くまで冷却される。そして、次に、第2の低温加熱部60の第2の副炉心管64内を通ると、さらにその加熱温度 T_A 近くまで冷却され、その後、図示省略の巻取手段に巻取収容されることになる。

【0050】以上のように構成されたプラスチック光ファイバの製造装置によると、上記第1実施形態の場合と同様に、加熱溶融炉2より引出された直後の粘弾性に富んでいるプラスチック光ファイバFが、第1の定温加熱部40及び第2の定温加熱部60により順次所定の温度パターン変化で冷却されるため、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバFを製造することが可能となる。

【0051】なお、この第2実施形態の製造装置は、第1実施形態の製造装置と比べて以下に述べる利点がある。

【0052】即ち、第1実施形態では、加熱溶融炉2から引出したプラスチック光ファイバFをガラス転移温度 T_g よりも十分に低い温度に冷却するためには一定以上の長さ L に亘って定温加熱部20を設ける必要があり、このため、必然的に副加熱ヒータ26も長くする必要がある。ところが、このような長寸の副加熱ヒータ26を一定温度 T_A となるように加熱制御するのには困難が伴う。

【0053】しかしながら、この第2実施形態の製造装置のように、加熱溶融炉2の下方側に2つの第1の定温加熱部40及び第2の定温加熱部60を設け、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFをそれら第1の定温加熱部40及び第2の低温加熱部60で順次低い温度に冷却するようにしているため、個々の第1の副加熱ヒータ46及び第2の副加熱ヒータ66の長さ L_1 、 L_2 を短くすることができ、従って、それらの第1の副加熱ヒータ46及び第2の副加熱ヒータ66を一定温度に制御するのが簡単となるという利点である。

【0054】なお、加熱溶融炉2下方側には、さらに多くの定温加熱部を設けてもよい。

【0055】ところで、実施例2として実際に以下のよう構成されたプラスチック光ファイバFの製造装置によりプラスチック光ファイバFの製造を行った。

【0056】まず、加熱溶融炉2の加熱ヒータ6は $\pm 0.2^\circ\text{C}$ の範囲内で加熱制御を行い、第1の定温加熱部40の第1の副加熱ヒータ46は $T_B = 60^\circ\text{C}$ で、第2の定温加熱部60の第2の副加熱ヒータ66はPMMAの転移点である $100 \sim 110^\circ\text{C}$ よりも $65^\circ\text{C} \sim 75^\circ\text{C}$ 低い $T_A = 35^\circ\text{C}$ の一定温度に加熱制御した。また、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFの引出経路をまず第1の定温加熱部40により長さ $L_1 = 300\text{mm}$ に亘って覆い、その下流側を第2の定温加熱部60により長さ $L_2 = 500\text{mm}$ に亘って覆った。

【0057】そして、PMMAにより形成された直径 20mm のプリフォームPを線速 $10\text{m}/\text{min}$ で線引きし、直径 $750\mu\text{m}$ のGI型のプラスチック光ファイバFを製造した。

【0058】この場合、第2の定温加熱部60から引出された直後のプラスチック光ファイバFの温度は 45°C となっており、プラスチック光ファイバFがその粘弾性による変形し難い温度にまで冷却されていた。また、このように製造されたプラスチック光ファイバFの外径変動は $\pm 20\mu\text{m}$ となっており、従来の場合の外径変動 $\pm 50\mu\text{m}$ と比べて小さくなっていることがわかった。

【0059】次に、この発明にかかる第3実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置について図3を参照して説明する。

【0060】なお、この製造装置の加熱溶融炉2は、第1実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置における加熱溶融炉2と同様構成であるので、同一構成部分には同一符号を付してその説明を省略する。

【0061】この製造装置では、加熱溶融炉2の下方側に、外部雰囲気温度（加熱溶融炉の周囲雰囲気温度）よりも低い一定温度 T_c に冷却された冷却器80を設け、前記加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFが順次急速に冷却されるようにしている。

【0062】前記冷却器80は、銅パイプを蛇管状に巻いて形成した所定長さ L_3 の冷却部82をプラスチック光ファイバFの引出方向に沿って配設し、その冷却部82の外周囲を断熱壁84で囲うことにより構成される。

【0063】上記冷却部82の銅パイプ内には冷媒が循環しており、周知の冷却制御手段によってその冷却部82が一定温度 T_c に冷却制御されるように構成されている。なお、この冷却制御手段は、上記第1実施形態の加熱制御手段における場合と同様の理由により、サイリスタ方式による制御等が好ましく、また、冷却部82自体の温度を制御目的値として制御を行うのが好ましい。

【0064】また、この冷却器80内部には、ガス供給

管88を介して乾燥した媒体ガスが流れており、冷却器80内部の温度の安定化及びその内部での結露の防止を図っている。この媒体ガスは、プラスチック光ファイバFを形成する材料と化学反応を生じないものであればなんでもよく、窒素ガスや希ガス（アルゴンガス、ヘリウムガス等）等を用いることができる。

【0065】さらに、加熱溶融炉2と冷却器80との間には、断熱隔壁90を設け、それら加熱溶融炉2及び冷却器80が相互に熱的影響を及ぼさないようにしている。

【0066】このように構成されたプラスチック光ファイバの製造装置では、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFは、次に冷却器80内を通過して下方へ引出される。この際、加熱溶融炉2から引出された直後の比較的高温のプラスチック光ファイバFは、外部雰囲気温度（加熱溶融炉2の周囲雰囲気温度）よりも低い一定温度 T_c に冷却された冷却器80内で急速に冷却され、プラスチック光ファイバFの形成材料のガラス転移点 T_g よりもかなり低い温度になる。このように、冷却されたプラスチック光ファイバFは、その後、図示省略の巻取手段によって巻取収容される。

【0067】この製造装置による製造途中におけるプラスチック光ファイバFの温度変化について、図4を参照しつつ説明する。なお、図4において、 T_H は加熱溶融炉2内の温度変化を示し、 T_F はプラスチック光ファイバF自体の温度変化を示しており、 T_N は冷却器80を設けずに自然冷却させた場合のプラスチック光ファイバFの温度変化を示している。また、 T_g はガラス転移点、 T_A はガラス転移点よりも60℃低い温度（プラスチック光ファイバFがその粘弾性により変形しにくくなる温度）を示している。

【0068】まず、加熱溶融炉2内に導入されたプリフォームPはその形成材料のガラス転移点 T_g 以上に加熱溶融され、繊維状に線引きされる。この加熱溶融炉2から引出された直後のプラスチック光ファイバFは、ガラス転移点 T_g よりも多少低温であるが未だ比較的高温の状態である。そして、このプラスチック光ファイバFは、冷却器80を通る際には、その冷却器80を通過せずに自然冷却させた場合と比較して、急速に温度 T_A 以下に冷却され、このように冷却されたプラスチック光ファイバFが冷却器80から引出される。

【0069】以上のように構成されたプラスチック光ファイバの製造装置によると、プラスチック光ファイバFの引出方向に沿って加熱溶融炉2の下方側に、外部雰囲気温度（加熱溶融炉2の周囲雰囲気温度）よりも低い一定温度 T_c に冷却された冷却器80を設け、加熱溶融炉2から引出された比較的高温のプラスチック光ファイバFを順次急速に冷却するようにしている。このため、プラスチック光ファイバFが比較的高温でその粘弾性により変形し易い状態となっている時間が短時間となるた

め、加熱溶融炉2から引出された後その粘弾性により外径に変動を生じにくくなり、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバFを製造することができる。

【0070】なお、実施例3として実際に以下のように構成されたプラスチック光ファイバFの製造装置によりプラスチック光ファイバFの製造を行った。

【0071】まず、加熱溶融炉2の加熱ヒータ6は±0.2℃の範囲内で加熱制御を行い、その下方に長さ $L_3=280\text{mm}$ に亘って冷却器80を設け、その冷却器80は、-40℃で一定となるように設定した。そして、PMMAにより形成された直径20mmのプリフォームPを線速10m/minで線引きし、直径750μmのGI型のプラスチック光ファイバFを製造した。

【0072】この場合、冷却器80から引出された直後のプラスチック光ファイバFの温度は42℃となっており、プラスチック光ファイバFの粘弾性による変形が生じにくい温度にまで冷却されていた。また、このように製造されたプラスチック光ファイバFの外径変動は±17μmとなっており、図6に示す従来の製造装置により製造した場合の外径変動±50μmと比べても外径変動は小さくなっていることがわかった。

【0073】また、実施例4として、10℃で一定温度となるように設定した冷却器80を加熱溶融炉2の下方に長さ $L_3=400\text{mm}$ に亘って設けた場合についてもプラスチック光ファイバFの製造を行った。なお、冷却器82は、直径3mmの銅パイプを蛇管状に巻いたものであり、その他の条件は上記実施例3の条件と同じである。

【0074】この場合、冷却器80から引出された直後のプラスチック光ファイバFの温度は48℃となっており、プラスチック光ファイバFの粘弾性による変形が生じにくい温度にまで冷却されていた。また、このように製造されたプラスチック光ファイバFの外径変動は±20μmとなっており、やはり従来と比較して外径変動は小さくなっていることがわかった。

【0075】最後にこの発明にかかる第4実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置について図5を参照して説明する。

【0076】なお、この製造装置の加熱溶融炉2は、第1実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置における加熱溶融炉2と同様構成であるので、同一構成部分には同一符号を付してその説明を省略する。

【0077】この製造装置では、加熱溶融炉2の下方に断熱性容器100が設けられるとともに、その側方に循環手段として温度調整器110が設けられてなる。

【0078】断熱性容器100は、加熱溶融炉2から引出されるプラスチック光ファイバFの引出経路のうち加熱溶融炉2の下流側を所定長さ L_4 に亘って密封状に覆うように構成されており、これにより所定の冷却室 L が形成されている。

【0079】温度調整器110は、その内部に周知の冷却器、加熱器、送風機等を備えており、冷却ガスを冷却又は加熱して、プラスチック光ファイバFの成形材料のガラス転移点 T_g よりも 50°C 以上低い、より好ましくは 60°C 以上低い温度 T_0 で一定となるように調温可能となるように構成される。

【0080】これら断熱性容器100及び温度調整器110は、エア送り管120及びエア戻し管122により連結されている。エア送り管120の断熱性容器100側の送風口121は断熱性容器100内の上部に面しており、また、エア戻し管122の断熱性容器100側の吸入口123は断熱性容器100内の下部に面している。

【0081】そして、温度調整器110によって一定温度 T_0 となるように調温された冷却ガスは、エア送り管120を介して断熱性容器100内の冷却室Lに送り込まれる。その冷却ガスは、冷却室L内をその上方から下方へ流れた後、その下方の吸入口123に吸い込まれ、エア戻し管122を介して、再度温度調整器110内に戻ってくる。この戻ってきた冷却ガスは温度調整器110で一定温度 T_0 となるように再度調温され、この後再度冷却室L側に送り込まれるように構成される。

【0082】なお、循環させる気体は、プラスチック光ファイバの材料と化学反応しないものであればなんでも良く、窒素ガスや希ガス（アルゴンガス、ヘリウムガス等）等を用いることができる。

【0083】以上のように構成されたプラスチック光ファイバFの製造装置では、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFは、断熱性容器100の冷却室L内を通過して下方へ引出される。この際、加熱溶融炉2から引出された直後の比較的高温のプラスチック光ファイバFは、順次冷却室L内の冷却ガスにより所定の温度パターン変化で冷却されプラスチック光ファイバFの成形材料のガラス転移点 T_g よりもかなり低い温度になる。そして、このように、急速に冷却されたプラスチック光ファイバFは、図示省略の巻取手段によって巻取収容される。

【0084】以上のように構成されたプラスチック光ファイバの製造装置によると、プラスチック光ファイバFの引出経路のうちの加熱溶融炉2よりも下流側部分を断熱性容器100により覆って冷却室Lを形成し、その断熱性容器100内にプラスチック光ファイバFを形成する材料のガラス転移点よりも 50°C 以上低い一定温度 T_0 の冷却ガスを循環させて、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFを順次所定の温度パターン変化で冷却するようにしているため、加熱溶融炉2から引出された直後の粘弾性に富むプラスチック光ファイバFがその後所定の温度パターン変化で冷却されるため外径に変動を生じにくくなり、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバFを製造することができる。

【0085】特に、断熱性容器100内に外部雰囲気温度（加熱溶融炉2の周囲雰囲気温度）よりも低い温度の冷却ガスを循環させると、加熱溶融炉2から引出されたプラスチック光ファイバFが急速に冷却されるため、よりプラスチック光ファイバFに外径の変動を生じ難くなる。

【0086】なお、実施例5として実際に以下のように構成された製造装置によりプラスチック光ファイバFの製造を行った。

【0087】まず、加熱溶融炉2の加熱ヒータ6は $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ の範囲内で加熱制御を行い、その下方に長さ $L_1=300\text{mm}$ に亘って断熱性容器100を設け、その断熱性容器100内に一定温度 $T_0=10^{\circ}\text{C}$ の窒素の冷却ガスを流速 3l/min で循環させた。

【0088】この場合、断熱性容器100から引出された直後のプラスチック光ファイバFの温度は、 45°C となっており、プラスチック光ファイバFの粘弾性による変形が生じ難い温度にまで冷却されていた。また、このように製造されたプラスチック光ファイバFの外径変動は $\pm 21\mu\text{m}$ となっており、図6に示す従来の製造装置により製造した場合の外径変動 $\pm 50\mu\text{m}$ と比べても外径変動は小さくなっていることがわかった。

【0089】また、実施例6として、断熱性容器100内に一定温度 $T_0=-10^{\circ}\text{C}$ に冷却された窒素の冷却ガスを流速 3l/min で循環させた場合についても同様にプラスチック光ファイバFを製造した。なお、その他の条件は上記実施例5の場合と同じである。

【0090】この場合には、断熱性容器100から引出された直後のプラスチック光ファイバFの温度は、 25°C となっており、プラスチック光ファイバFの粘弾性による変形が生じ難い温度にまで冷却されていた。また、このように製造されたプラスチック光ファイバFの外径変動は $\pm 18\mu\text{m}$ となっており、図6に示す従来の製造装置により製造した場合の外径変動 $\pm 50\mu\text{m}$ と比べても外径変動は小さくなっていることがわかった。

【0091】

【発明の効果】以上のように、この発明の請求項1記載のプラスチック光ファイバの製造装置によると、加熱溶融炉2の下方に、プラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも 50°C 以上低い一定温度に加熱された定温維持手段を設け、加熱溶融炉から繊維状に引出されたプラスチック光ファイバを定温維持手段に通して冷却するようにしているため、加熱溶融炉から引出された直後の粘弾性に富んでいるプラスチック光ファイバがその後所定の温度パターン変化で冷却され、外径に変動を生じにくくなり、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバを製造することができる。

【0092】また、この発明の請求項2記載のプラスチック光ファイバの製造装置によると、加熱溶融炉2の下方に、その加熱溶融炉からのプラスチック光ファイバの引

出方向に沿って複数の定温維持手段を設け、それら各定温維持手段がプラスチック光ファイバの引出方向の下流側に向かうに従って加熱溶融炉の加熱温度よりも順次低くなる一定温度に加熱制御するとともに、それらのうちの最も下流側の定温維持手段を前記プラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも50℃以上低い一定温度に加熱制御して、加熱溶融炉から引出されたプラスチック光ファイバをそれら複数の定温維持手段を順次通して冷却するようにしているため、加熱溶融炉から引出された直後の粘弾性に富むプラスチック光ファイバがその後所定の温度パターン変化で冷却され、外径に変動を生じにくくなり、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバを製造することができる。また、個々の定温維持手段の長さを短くすることができるため、それらを一定温度に加熱制御するのが容易となる。

【0093】また、この発明の請求項3記載のプラスチック光ファイバの製造装置によると、プラスチック光ファイバの引出方向に沿って加熱溶融炉の下流側に、外部雰囲気温度よりも低い一定温度に冷却された冷却器を設け、加熱溶融炉から引出されたプラスチック光ファイバをこの冷却器に通して冷却するようにしているため、加熱溶融炉から引出された直後の粘弾性に富むプラスチック光ファイバが急速に冷却されて、その後の冷却条件の変動等の影響を受けて外径に変動を生じにくくなり、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバを製造することができる。

【0094】また、この発明の請求項4記載のプラスチック光ファイバの製造装置によると、プラスチック光ファイバの引出経路のうちの加熱溶融炉よりも下流側の経路部分を断熱性の容器により覆うことにより冷却室を形成し、その冷却室内にプラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも50℃以上低い一定温度の冷却気体を循環させる循環手段を設け、前記加熱溶融炉から引出されたプラスチック光ファイバを前記冷却室に通して冷却するようにしているため、加熱溶融炉から引出された直後の粘弾性に富むプラスチック光ファイバがその後所定の温度パターン変化で冷却されるため外径に変動を生じにくくなり、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバを製造することができる。

【0095】また、請求項5記載のプラスチック光ファイバの製造方法によると、加熱溶融炉から引出されたプラスチック光ファイバを、順次そのプラスチック光ファイバを形成する材料のガラス転移点よりも50℃以上低い一定温度となるように調温された雰囲気内に通すことによって、そのプラスチック光ファイバを冷却するようにしているため、加熱溶融炉から引出された直後の粘弾性に富むプラスチック光ファイバがその後所定の温度パターン変化で冷却され、外径に変動を生じにくくなり、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバを製造することができる。

【0096】さらに、請求項6記載のプラスチック光ファイバの製造方法によると、加熱溶融炉から引出されたプラスチック光ファイバを、順次外部雰囲気温度よりも低い一定温度となるように調温された雰囲気内に通すことによって、そのプラスチック光ファイバを冷却するようにしているため、加熱溶融炉から引出された直後の粘弾性に富むプラスチック光ファイバが急速に冷却されて、その後の冷却条件の変動等の影響を受けて外径に変動を生じにくくなり、より外径変動の小さなプラスチック光ファイバを製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にかかる第1実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置を示す概略図である。

【図2】この発明にかかる第2実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置を示す概略図である。

【図3】この発明にかかる第3実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置を示す概略図である。

【図4】製造装置内でのプラスチック光ファイバの温度変化の状態を示す図である。

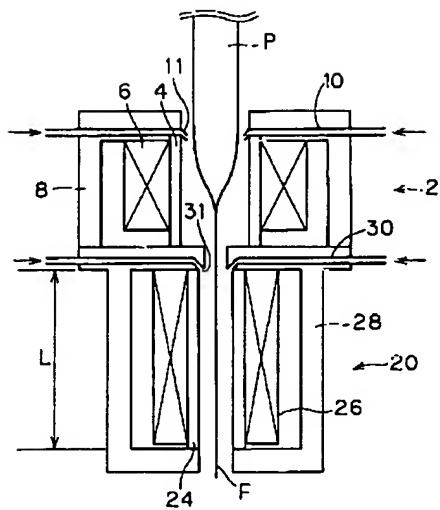
【図5】この発明にかかる第4実施形態のプラスチック光ファイバの製造装置を示す概略図である。

【図6】従来のプラスチック光ファイバの製造装置を示す概略図である。

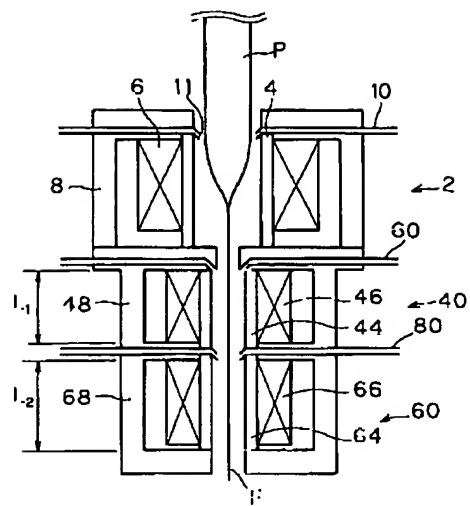
【符号の説明】

- 2 加熱溶融炉
- 20 定温加熱部
- P プリフォーム
- F プラスチック光ファイバ

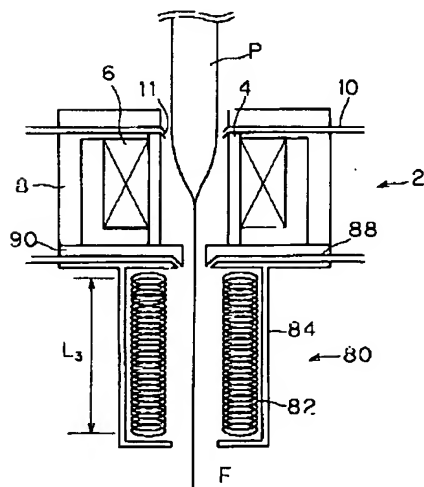
【図1】



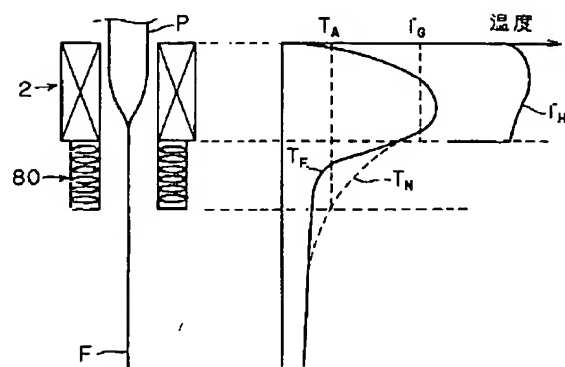
【図2】



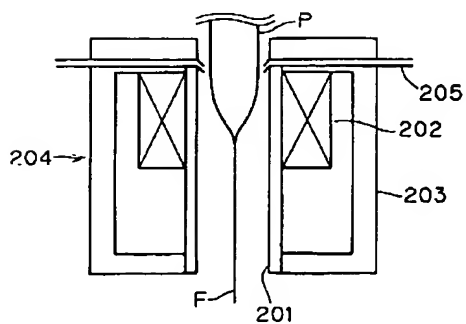
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

